

COMUNICACIONES

ANTONIO M. GONZALEZ VILLEGAS: Reseña esquemática de la aportación de Agustín Cournot

I. INTRODUCCION

Hasta después de su muerte, la aportación de Agustín Cournot a la moderna metodología de la economía, no fué valorada en su real dimensión.

En efecto, contrastando con su brillante carrera administrativa, su aportación científica apenas le fué reconocida en vida. Sin embargo, posteriormente Walras y Jevons le reconocieron como su maestro en su forma de enfocar los temas microeconómicos. Lo mismo sucede con los modernos teóricos ingleses, norteamericanos e italianos.

Por su originalidad y por la influencia que ha ejercido en economistas posteriores, puede proclamarse hoy a Agustín Cournot como el padre de la Teoría Económica matemática.

Cournot nació el 28 de Agosto de 1801 en Gray, Francia, donde inició sus estudios. Ingresó en la escuela Normal de Besançon al mismo tiempo que Walras, pero al ser cerrada aquella por el Gobierno, se trasladó a París con objeto de proseguir en la Sorbona sus cursos de Matemáticas, doctorándose el 1929 en Ciencias Matemáticas a través de una Tesis sobre mecánica analítica. Por los cargos que ocupó, se pudo relacionar con cargos de economistas, políticos y militares, desarrollando sus cursos sobre matemáticas superiores en Lion.

Publicó su libro "Recherches sur les principes mathematiques de la théorie des richesses" en 1838, en donde, a pesar de no ser economista formalizó la nueva teoría de la Demanda y efectuó un nuevo e importante tratamiento del monopolio.

Su aportación no se centra solamente a estos temas, sino que trata también la competencia perfecta, el oligopolio e inclusive lo que tituló la Renta social, bajo unos principios exclusivamente matemáticos, cosa que hasta entonces no había sido posible sistematizar, llegando a plasmar en forma de ecuaciones, que hoy llamamos modelos, el comportamiento de estos sistemas, estudiando la influencia de los impuestos en forma de una variable más a introducir y de la forma en que afectarían los mismos al comportamiento del sistema estudiado.

En el trabajo que aquí presentamos pretendemos, no un estudio exhaustivo de su aportación, brillantemente expuesta en su libro, la cual, a pesar de haber sido continuada por economistas posteriores, no pierde vigencia, sino un encuadre de su pensamiento por aquel entonces, una reseña de los instrumentos matemáticos que utilizó, las dificultades con que tropezó, dado que no se conocían la técnicas actuales de la programación dinámica e investigación operativa, los supuestos restrictivos que tuvo que establecer y un análisis crítico de sus conclusiones.

II. MARCO COYUNTURAL AL PENSAMIENTO DE COURNOT

Haciendo un breve panorama histórico, podemos situar sobre el año 1750 una reacción contra el fraccionamiento del análisis económico, característico del período precedente, pasando a una sistematización general. Dos obras inauguran esta nueva orientación:

- En 1758, en Francia, el doctor Quesnay, jefe de la Escuela Fisiócrata, publica su *Tableau Economique*, del cual Mirabeau declaró que constituía, junto con la invención de la escritura y de la moneda, la tercera de las invenciones capitales del espíritu humano.
- En 1766, en Inglaterra, Adam Smith publica su "Naturaleza y causa de la riqueza de las naciones", lo que dió lugar al nacimiento de la Escuela Clásica inglesa.

Desde esta fecha, hasta 1850, dicha escuela daría ilustres representantes y notables hombres a la Ciencia Económica. Malthus, clérigo protestante, se haría célebre por su "Ensayo sobre el principio de la población" (1798) que haría olvidar sus "Principios de Economía Política" en la que ciertos autores de nuestros tiempos, especialmente Keynes, encontrarían su inspiración.

David Ricardo, banquero de rigurosa lógica, elabora sus "Principios de Economía. Política y Tributación", partiendo de una crítica a

la Riqueza de las Naciones, y construye un sistema en que las conclusiones se derivan inexorablemente de los axiomas como un conjunto coherente de instrumentos de análisis de uso general.

John Stuart Mill, se distinguirá tanto por un "Tratado de Lógica", como por sus "Principios de Economía Política, seguidos de algunas de sus aplicaciones a la Filosofía social".(1848). Este libro constituirá la síntesis más importante del sistema clásico, al mismo tiempo que uno de los mayores esfuerzos para combinar las enseñanzas de Ricardo y los trabajos de Juan Bautista Say. Este industrial francés, que enseñó Economía Política, introduce al personaje del empresario en la escena económica, y expone la célebre ley de las Salidas, según la cual "los productos se cambian por productos", lo que excluye la posibilidad de una crisis debida a superproducción.

Los clásicos ingleses presentan una serie de características propias en sus exposiciones:

- visión estática de la economía, estructurada en torno a la formación del valor y de los precios de las mercancías.
- Una visión general del conjunto del sistema
 - principio de la población
 - ley de rendimientos decrecientes en general
 - principio de acumulación de los beneficios
- Libertad económica. Se armoniza el sistema a través de los intereses individuales.

A partir de 1820 asistimos al nacimiento de una serie de "ismos", que ponen en peligro la explicación de la realidad económica: el intervencionismo de Sismondi, el industrialismo de Saint-Simone y sus discípulos, el sistema de economía política nacional de F. List, el socialismo de Fourier (utópico) y de Proudhon, y el liberalismo optimista de Bastiat.

A partir del año 1840 se destaca netamente un hombre: Karl Marx, que sigue la tradición de los clásicos ingleses, sobre todo de Ricardo, ya que utiliza sus instrumentos de análisis, adopta su teoría del valor del trabajo y del paro tecnológico. Asimismo adopta de Quesnay su Tableau Economique, del que se servirá para desarrollar un modelo del proceso capitalista. La innovación de su aportación es doble:

- Por un lado una Teoría de la evolución del sistema capitalista, debida a fuerzas internas automáticas (ley de concentración del capital y la ley de la creciente proletarianización)
- Por otro, vincula la interpretación de la realidad económica a los hechos históricos, que hasta entonces nadie había tenido en cuenta.

Posteriormente, y a partir de 1870, y en pleno apogeo del histori-

cismo de las escuelas alemanas, surge a modo de reacción teórica la famosa lucha de los métodos. (Schmoller-Menger), hasta que, a principios del siglo XX, Max Weber publica sus célebres trabajos en torno a la objetividad de las ciencias sociales.

En tanto que se desarrollaba la controversia en torno al método, se elaboraban poderosos instrumentos teóricos de una importancia decisiva para la Ciencia económica.

Tres escuelas dominan este período:

- La escuela de Viena y la teoría de la utilidad marginal (utilidad subjetiva)
- La escuela de Lausana y la Teoría del equilibrio general (Walras) en que se definen las interdependencias de los productos y de los mercados de factores, se busca un equilibrio y se define la estabilidad del mismo.
- La escuela de Cambridge y la teoría del equilibrio parcial, para de esta forma poder considerar como dato muchas de las variables que intervienen en el modelo. (Marshall)

Encontramos precisamente al inicio de este período, y precisamente a caballo entre las dos últimas escuelas citadas, la aportación de Agustín Cournot.

Cournot influye de forma decisiva en el pensamiento de Walras, ya que “desconfiaba de que para la solución completa y rigurosa de problemas relativos a una parte del sistema económico, se pudiera prescindir del sistema económico en su totalidad”

Por otro lado, existe una serie de temas, como la función de demanda, teoría del monopolio, teoría de la concurrencia perfecta y del oligopolio, que habrían de inspirar posteriormente a numerosos economistas y de los que A. Marshall mucho más tarde habría de recoger en su análisis del equilibrio parcial, y Stakelberg en su *Marktfom und Gleichgewicht*.

III. LA ECONOMIA MATEMATICA

En el desarrollo de la ciencia económica encontramos una serie de economistas matemáticos que son más matemáticos que economistas. Surge entonces un problema, el de la comunicación de sus investigaciones y el de la adecuación de la expresión y de las técnicas matemáticas a la Economía Política.

Estos problemas en torno al método, que se suscitaron con posterioridad a Agustín Cournot, pueden ser debidos a cuestiones de sistema que no encontramos en la obra del citado autor. En efecto, su obra es totalmente inteligible al nivel matemático empleado en sus investigaciones y la formulación de los modelos que estudia, todavía se emplean en la actualidad.

Posiblemente ello sea debido a que Cournot no solamente fué un matemático investigador, sino también un hombre eminentemente práctico que sabe enseñar, como lo demuestran los cargos que sucesivamente ocupó de Secretario particular del mariscal De Gouvion-Saint Cyr, de profesor de matemáticas superiores en Lyon, de Rector de la Academia de Grenoble e Inspecteur General des Etudes en París, y finalmente hasta su jubilación en 1862 de Rector de la Academia de Dijon.

Es indiscutible que las matemáticas permiten formular con más precisión y claridad los problemas y las soluciones, que las suministrar por la economía literaria. Las matemáticas son asimismo eficaces como instrumentos de investigación y son necesarias para la utilización de los medios estadísticos. Por último no se debe olvidar que las modernas técnicas matemáticas permiten expresar relaciones complejas y escurridizas, constituyendo un instrumento para ponerlas en relieve.

Jan Timbergen efectúa la siguiente distinción:

1. *Funciones que las matemáticas pueden cumplir:*

- anotación de fenómenos por símbolos claros y breves
- traducción de hipótesis básicas en toda investigación económica
- determinación numérica o estadística de funciones
- agregación de supuestos individuales en modelos de comportamiento más amplios y generales, o por el contrario, aplicación de soluciones generales a un caso particular.

2. *Funciones que las matemáticas no son capaces de reemplazar*

- enumeración y selección de fenómenos del análisis
- formulación de hipótesis o teorías

3. *Funciones que las matemáticas pueden cumplir en competencia con otros métodos.*

- notación de fenómenos
- traducción de hipótesis económicas
- especificación del fundamento de la observación
- combinación de teorías parciales

4. *Funciones que sólo las matemáticas pueden cumplir*

- son fundamentalmente los procesos estadísticos (estimación de parámetros de un modelo y la solución de ecuaciones simultáneas)

Tal como indica Timbergen, el razonamiento verbal permite proceder a una serie de pasos en los que cada uno está ligado al anterior, pero en el caso de un sistema de ecuaciones simultáneas, son los resultados los que pueden traducirse a palabras, pero no el proceso por el que se ha llegado a dichos resultados.

En esta línea, vemos las aportaciones de los modernos economistas que utilizan mecanismos tan importantes como complejos, cuales con la Econometría y las modernas técnicas de la Investigación de Operaciones, que han procedido a dar un espaldarazo definitivo al papel

que desempeñan las matemáticas en la economía y en la toma de decisiones a los niveles tanto macro como microeconómicos, si bien la interpretación de los resultados debe expresarse de forma inteligible, lo que viene a concluir que no existe ninguna razón válida para defender el monismo metodológico y que todos los procedimientos son válidos y necesarios para el análisis y la mejor comprensión de la realidad económica.

IV. RESEÑA DE LA APORTACION DE AGUSTIN COURNOT

El centro neurálgico de su aportación se encuentra desarrollado en su obra "Investigaciones acerca de los principios matemáticos de la Teoría de las Riquezas", que aquí no vamos a condensar, sino a hacer una breve reseña de los puntos en que centra su investigación e hipótesis básicas.

En lo referente a la metodología su camino es reducir el comportamiento del sistema estudiado a una ecuación matemática, operando posteriormente con la misma sobre las variables que comprende para estudiar la repercusión que tiene sobre el sistema las alteraciones en las mismas. En definitiva, se limita a "modernizar" el comportamiento de los sistemas estudiados, por lo que para muchos economistas Cournot es a la Econometría lo que Adam Smith es a la Economía Política.

Su comportamiento es econométrico en tanto en cuanto que no se limita a un estudio matemático del problema, sino a la interpretación económica de los resultados, llegando a conclusiones concretas, como en la teoría de los impuestos, por ejemplo.

Por otro lado, vemos que aunque su enfoque es microeconómico, enlaza perfectamente con la macroeconomía, al concebir a las unidades estudiadas dentro de un conjunto global, e intentar agregar las conclusiones obtenidas para cada caso individual para explicar el comportamiento de un mercado.

Los Temas objeto de su estudio son:

1. Teoría del valor en cambio, donde para explicar el comportamiento de distintos bienes económicos asigna a los mismos un valor distinto al que poseen intrínsecamente por su capacidad de satisfacer a las necesidades humanas, sino una valoración generalizada que es aceptada en los mercados de intercambio, y la cual es independiente del valor anteriormente explicado, que de por sí poseen esos bienes. Es el llamado valor en cambio, por contraposición al valor en uso.
2. Variaciones de valor, absolutas y relativas. Aquí dá un paso más que

le dirige hacia su novedosa Teoría de la Demanda, en tanto en cuanto que le permite generalizar las cuestiones allí expuestas para el caso de n bienes, refiriendo su valor a un término común, el llamado numérico, permitiendo expresar en términos del mismo (precio) el valor de los bienes considerados, bien sea valor en uso, como valor en cambio. Con ello, amplía el ámbito de actuación de su Ley de Demanda, generalizándola.

3. El cambio. En este capítulo estudia las particularidades que influyen en el comercio entre n plazas, afectando a los costos de transporte y las variaciones de cotización. Para poder hacer determinado el sistema de ecuaciones que llega a deducir, le es de suma importancia operar en precios relativos, ya que le permite eliminar una ecuación y entonces obtener de forma determinada todos los coeficientes de intercambio.

4. La Ley de Demanda. Partiendo de la base de un comportamiento racional del "homo oeconomicus" trata de generalizar el principio de que la cantidad demandada varía en razón inversa al precio del bien considerado. Aprecia en seguida la no proporcionalidad de esta proposición, ya que la cantidad demandada depende de la cantidad de bien que se posea, y por otro lado, depende de la naturaleza intrínseca del bien y de que sea de lujo o no, de su especialización específica, etc.

Expresa que la demanda, al depender de factores difícilmente cuantificables, como son "La utilidad del bien, la naturaleza de los servicios que puede proporcionar o de las satisfacciones que procura, de los hábitos y costumbres de cada pueblo, de la riqueza media y de la escala con arreglo a la cual está repartida esta riqueza", no se puede expresar como una relación matemática directa, y comienza a trabajar sobre ella titulándola genéricamente $F(p)$, y suponiéndola continua a nivel de agregación o mercado, ya que unos consumidores compensarían con otros las posibles discontinuidades de la función expuesta.

Establece a continuación la proposición de variación inversa al precio ya explicada, que se cumple solamente en pequeños entornos del punto de vista inicial, lo que justifica el empleo de diferenciales, y llega, de forma intuitiva al concepto de elasticidad, al analizar las variaciones porcentuales de cantidad demandada, con respecto a variaciones porcentuales de precio, si bien él lo explica en forma de pendientes de los diversos puntos de la curva, según los más estrictos supuestos marginalistas. Finalmente, enfoca la proposición de los ingresos totales que tiene el vendedor que se enfrenta a la curva de demanda analizada, como principal factor de equilibrio, maximizando la función $p.F(p)$ en forma de cálculo diferencial, y también por geometría.

Estos enfoques eran totalmente novedosos, y sirvieron para que posteriormente Marshall desarrollara sobre los mismos los supuestos fundamentales de la Teoría de la Demanda, que hoy todavía siguen en vigor.

5. El monopolio. Efectúa su estudio como una continuación del caso anterior, en que supone que el monopolista que se enfrenta ante la demanda antes explicada tiene unos costes de producción expresados por la función $\varphi(D)$.

Lo que se pretende maximizar entonces son los que llama ingresos netos, que no es sino el beneficio de producción, es decir, la función

$$P \cdot F(p) - \varphi(D)$$

lo que implica que su primera derivada sea igual a cero, llegando a una expresión que determina el precio que hace máximo el beneficio:

$$p \frac{dD}{dp} + D - \frac{d\varphi(D)}{dD} \frac{dD}{dp} = 0$$

la fórmula siguiente se denomina fórmula de Cournot, y el punto que maximiza el beneficio Punto de Cournot, que tiene lugar cuando los Ingresos marginales igualan a los Costes marginales.

$$D + \frac{dD}{dp} \left[p - \frac{d\varphi(D)}{dD} \right] = 0$$

Su análisis no se limita a la consecución de este sino que trata de estudiar la estabilidad de este equilibrio, definiendo una nueva función $\Psi(p)$, que equivale a la derivada de $\varphi(D)$, ya que

$$\varphi'(D) = \varphi' [F(p)] = \Psi(p)$$

con lo que la ecuación anterior se convierte en

$$F(p) + F'(p) [p - \Psi(p)] = 0$$

entonces estudia que si el precio de equilibrio, P_0 variase en δ , la función $\Psi(p)$ variaría en u .

Estudiando la relación δ/u y a través de unos amplios cambios matemáticos y desarrollos en serie por Taylor que no especifica en su texto, llega a la conclusión que el punto de equilibrio depende de la relación entre las pendientes de las curvas de Ingresos marginales y de gastos marginales, lo que es lo mismo, en definitiva que decir que depende de la relación de pendientes entre las curvas de ingresos totales y costes totales. Arguye finalmente al supuesto de que consi-

dera que el productor monopolista es capaz de abastecer por sí mismo a toda la demanda del mercado sin entrar en la zona de distorsión de costes.

6. Impuestos en el monopolio. Los relaciona con los alicientes a la inversión que se derivan de una imposición directa al consumidor. Estudia, a través de las ecuaciones anteriormente conseguidas, la influencia que tienen sobre los ingresos netos del monopolista los distintos tipos de impuesto que pueden establecerse (tasa fija por unidad de mercancía, o en proporción al precio de venta, en monedas o en especie). Demuestra, juntamente con Quesnay que es más interesante para la economía una imposición sobre el precio de la mercancía, que puede afectar a la curva de demanda, la cual tiene normalmente en el punto de equilibrio, por vía de ingresos totales, una pendiente inferior a la de costes, y por lo tanto es más sensible a las variaciones de precios que se derivan de un impuesto.

7. Concurrencia de productores. Consideró el caso de dos fuentes de agua mineral vecinas, que pertenecen a dos propietarios distintos. Como el producto es totalmente homogéneo, cada vendedor fija el mismo precio, y la única variable es la cantidad vendida. Cada duopolista trata de maximizar su beneficio. Si uno de ellos por cualquier razón puede llegar a aprovisionar el mercado, sería un monopolio de oferta. Si el otro quisiera ofrecer una cierta cantidad de mercancía, ofrecerá seguramente un número de unidades que le permita maximizar su beneficio, suponiendo dada la oferta de su competidor. Si el primer duopolista considera la oferta del segundo como dada, adaptará la oferta de igual forma, con lo que el segundo volverá a readaptar su oferta. Se realizará así un proceso de ajuste mutuo, hasta que se llegue a un punto en que ninguno de los dos modifique su oferta, siendo por lo tanto este equilibrio estable.

Debe observarse, con Fellner que "en este modelo, cada duopolista parte de la hipótesis de que su rival sigue una política de producción fija aunque en realidad la política que siguen es la de ajustar su propia producción a las exigencias de la maximización del beneficio, partiendo de la hipótesis de que el otro sigue una política de producción fija.

Este modelo de Cournot fué criticado en 1883 por Bertrand. En su modelo, Bertrand parte de la base de que cada duopolista cree, sin tener en cuenta sus propias acciones, que su rival practicará la política de conservar siempre inalterable el precio, con que sucederá una gerra de precios que no se detendrá más que en el momento en que el precio alcance el coste de producción.

Stakelberg, por su parte, también criticó este modelo, demostrando que no puede existir equilibrio en el caso de un duopolio asimétrico, en que un monopolista trata de asumir una posición de dependencia.

Los modelos de dominio no contienen posiciones de equilibrio, a no ser de que exista una posición dominio-sumisión entre los miembros de un duopolio, o de un oligopolio. La empresa dominada presenta una curva de reacción tipo Cournot, y la empresa dominante elige el punto más beneficioso a partir de esta curva de reacción. Acude para la resolución de estos supuestos a la ayuda de la Geometría analítica, sin dejar el cálculo infinitesimal que le permite estudiar las curvas de fronteras de posibilidades de demanda para cada duopolista en función de la Demanda al contrario.

8. La concurrencia ilimitada. Llega a la conclusión del equilibrio en este caso bajo el supuesto de que la demanda que abastece cada una de las empresas que concurren en este mercado es despreciable en comparación con la totalidad del mismo, con lo que la ecuación de equilibrio de ingresos netos al monopolista con costes se convierte en

$$p - \varphi'_R (D_R) = 0$$

en definitiva, costes marginales, igual al precio, que es además constante.

9. Concurso de productores. Analiza, en el caso de fusiones, y en el supuesto de que no existan interacciones de las empresas entre sí, como se produce el equilibrio. Es de resaltar la consideración especial que introduce acerca de la comunicación de los mercados con respecto a la producción total, que se ve aumentada de esta forma, siempre que los costes conjuntos no repercutan en mayor proporcionalidad que la agregación de demandas.
10. Alude a los problemas del transporte, con lo que al aumentar la comunicación disminuye la cantidad total demandada a consecuencia de la elevación global de precios que tiene lugar. Estudia el efecto de los impuestos por asimilación a un incremento en los gastos de transporte aludidos.
Se enfrenta con el problema de las limitaciones del análisis matemático clásico, que no permite ver de forma simple las interacciones que existen entre las variables, y la dificultad en el análisis si estas son numerosas.
11. La Renta social. Estudia las repercusiones que una alteración en el precio de los bienes de consumo tiene sobre la renta real de los consumidores. Se enfrenta con las lógicas dificultades que presentan los problemas de agregación, que no puede resolver a nivel matemático en que se desenvuelve. Introduce de forma implícita el concepto de elasticidad con respecto a la renta cuando se refiere a los bienes de lujo.

V. INSTRUMENTOS MATEMATICOS DE ANALISIS

Opera con desenvoltura en lo que refiere al cálculo diferencial, tanto en forma de incrementos finitos, como en los límites de derivadas y diferenciales de segundo orden.

Por ello estudia sus relaciones, en la mayoría de los casos no en forma de incrementos en valores absolutos, sino relativo y porcentuales, enlazando con los conceptos de marginalidad y elasticidad que ampliaron sus seguidores, pero que, sin embargo, se encuentran perfectamente reseñados en sus "Recherches..."

Opera con las teorías de máximos y mínimos, en forma de igualar la primera derivada a cero y estudiar el signo de la segunda derivada. Pero también, en ocasiones, estudia este problema bajo el punto de vista geométrico, cual es el de inscribir un rectángulo de área máxima por dentro de una curva con forma descendiente.

Opera con frecuencia con sistemas de ecuaciones en los que busca las ecuaciones necesarias para eliminar las indeterminaciones, aunque sea a costa de establecer un supuesto simplificador, tal como los precios relativos.

Analiza los modelos establecidos de mercados por la vía de los ingresos totales, llegando al concepto de marginalidad como consecuencia de la maximización de unos ingresos netos que muchos autores llaman beneficios.

De todas formas es consciente de que las simplificaciones que establece acerca de la continuidad de las curvas y funciones de sus modelos es limitada, explicitando siempre que las conclusiones obtenidas son en los entornos del punto estudiado, pero deja de considerar que este punto debe pertenecer a la zona derivable, y que esta derivada deba tener sentido, es decir, que no se corresponda a casos extremos.

Por lo demás la exposición es clara y en cada punto quedan definidas las variables que utiliza, reseñando los cambios en las mismas siempre que sean necesarios. Utiliza con frecuencia los desarrollos en serie de Taylor que casi nunca explicita, pero que es el único camino para llegar a la conclusión que establece unas líneas más abajo, puesto que se refieren siempre a incrementos en la producción o en los costes (a veces vía impuesto).

VI. CONCLUSION

Podemos concluir a la vista del trabajo expuesto en Cournot que si hubiese poseído los instrumentos matemáticos que hoy son suminis-

trados por la programación dinámica y la Investigación Operativa, hubiera sido el padre de la Econometría, y le habría permitido, por otro lado, llegar a conclusiones a nivel macroeconómico al evitar los problemas de agregación e interacción entre las múltiples variables que estudia en su obra.

R. PAMPILLON: Algunos aspectos políticos de la innovación Tecnológica.

“... bien hayan aquellos benditos siglos que carecieron de la espantable furia de aquestos endemoniados instrumentos de la artillería, a cuyo inventor tengo para mí que en el infierno se le está dando el premio de su diabólica invención...”

Miguel de Cervantes. “El Ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha”
1ª parte. Cap. XXXVIII.

Desde hace años se viene considerando, que la tecnología es un factor importante del crecimiento económico y que, por tanto, su inclusión es obligada en las diversas formulaciones teóricas del desarrollo. En esta nota, no se trata, de analizar las aportaciones teóricas referentes a la tecnología en los modelos de crecimiento económico. Se trata de hacer algunas consideraciones políticas, y por tanto normativas, de la innovación tecnológica de forma descriptiva y sin grandes pretensiones.

A lo largo de la historia han existido diversas posturas filosóficas, económicas y políticas que han intentado valorar el impacto de las innovaciones técnicas sobre la humanidad. Aún a riesgo de simplificar mucho, podemos encontrar dentro de éstas posturas argumentos que valoran positivamente la tecnología y argumentos que señalan los aspectos negativos del progreso tecnológico sobre la humanidad. Vaya por delante de las innovaciones tecnológicas en sí mismas son neutrales, es el hombre el que puede utilizar los conocimientos científicos para fines éticamente diversos.

A) ASPECTOS POSITIVOS DE LA INNOVACION

Desde el punto de vista positivo, es preciso reconocer que el conocimiento científico ha contribuido a una reorganización profunda de la sociedad humana. En este sentido las innovaciones tecnológicas son en sí mismas un producto de la creatividad humana susceptibles de ser utilizadas para la producción de bienes y servicios y permitir así mayores cotas de bienestar social. Hay que considerar, por ejemplo, los progresos realizados, por los medios de comunicación social aplicados a la educación, la medicina, la biología o la agricultura. Recientes "adelantos tecnológicos han hecho posible la utilización agrícola de tierras de clima frío como puede ser el Circulo Polar Artico, Suecia y Finlandia"¹. Gran parte de la tierra cultivable existente en el mundo está todavía por explotar y la mayor parte de la que se cultiva da unos rendimientos muy inferiores a los que podría dar. Además la mayor parte de la superficie de nuestro planeta -un poco más de las dos terceras partes- está bajo el agua; la tecnología humana ha sido aquí más lenta en conseguir dominarla. ¿Hasta qué punto podremos cultivar en el mar como hace 8 ó 10.000 años cultivamos la tierra? Hasta ahora sólo hemos explotado el mar de una forma paleolítica².

En definitiva gracias a la tecnología las condiciones de la vida humana sobre la tierra están sufriendo un cambio extraordinario y todo parece indicar que irán mejorando sucesivamente. Además en buena medida el conocimiento científico ha sido el motor de un progreso cultural común a toda la humanidad.

Pero además, de permitir la obtención de unas mayores cotas de bienestar material los recursos científicos y tecnológicos deben servir para promover nuevos modelos de cooperación internacional. Los países que son pioneros en determinadas innovaciones tecnológicas pueden llegar a dominar con su poder y su riqueza a los demás países. Ello ha llevado, a los políticos en estos últimos años, a mostrar el problema que se cierne sobre el mundo. Un ejemplo aparece en un fragmento del discurso de toma de posesión del Presidente Kennedy: "Finalmente a esas naciones que se constituyen por propia voluntad en adversarios, a ellas no ofrecemos sino una petición: que ambos bandos puedan empezar de nuevo la búsqueda de la paz, antes de que las

1. C. CLARK. "El aumento de la población", Ed. Magisterio Español. Madrid 1977, págs. 52 y 53.

2. TOYNBEE. "El desafío del futuro". Guadiana. Madrid 1973.

obscuras fuerzas de la destrucción, desencadenadas por la ciencia, hagan desaparecer a toda la humanidad en una autodestrucción planeada o accidental”³.

B) ASPECTOS NEGATIVOS DE LA UTILIZACION DE LA TECNICA

Por lo que se refiere a los aspectos negativos no son pocos los autores que han aprovechado los desastres posibilitados por los avances tecnológicos, (como pueden ser las heridas inflingidas en Hiroshima y Nagasaki por la energía nuclear) para preguntarse acerca de la responsabilidad de la ciencia y de la técnica en la actual crisis de la humanidad. Conviene distinguir dos tipos de riesgos que entraña la innovación o progreso tecnológico. Ambos son diferentes y exigen por tanto tratamientos distintos.

El primero de ellos -siempre latente- es la posible utilización de las tecnologías conocidas en perjuicio del bien de la humanidad a nivel nacional o mundial. Se trata de un riesgo potencial y el ejemplo más significativo son las nuevas armas agresivas de destrucción en masa. Por eso uno de los criterios a tener en cuenta para determinar las prioridades en investigación tecnológica es el de evitar someter el desarrollo científico a un poder que intente manipular y/o dominar a hombres y sociedades como puede ser el caso del material de guerra⁴.

El segundo riesgo es el inherente a la tecnología que se está utilizando y no depende como el caso anterior de la utilización potencial de una investigación, sino que de hecho esa tecnología se está aplicando para la obtención de bienes y servicios. Así algunos autores⁵ han hablado de la tecnología como exclavizadora del hombre. Ello se ha debido a que los procesos de mecanización de la producción han exigido realizar trabajos monótonos y repetitivos que difícilmente

3. T. SORENSEN. “Kennedy”. Ed. Bruguera. Barcelona 1970, pág. 341.

4. El problema de los armamentos reviste una gravedad impresionante por dos razones: 1) Porque estar preparado para la guerra lleva aparejado el estar en condiciones de provocarla. En este sentido existe en la política internacional una contradicción trágica, entre las declaraciones de paz por un lado y la carrera de armamentos por otro. La vertiginosa carrera de armamentos da al traste con las múltiples y fervientes afirmaciones de querer buscar una coexistencia pacífica. 2) Porque guste o no, la fabricación de instrumentos de defensa es un gasto innecesario para el desarrollo económico de la humanidad. Se trata en definitiva de un derroche improductivo que desestabiliza las relaciones internacionales e incluso la propia paz interior de los países.

5. Ver por ejemplo: F.J. DY “Humanizar el trabajo gracias a la tecnología”, Revista Internacional del Trabajo. Nº 4 Octubre-Diciembre de 1978 págs. 533 a 546.

desarrollan la personalidad del trabajador y sus deseos de realización. En este sentido "la técnica moderna ha venido a ser, en vez de instrumento de promoción del hombre, mecanismo destinado a destruirlo"⁶.

En esta misma línea resulta fácil observar que el progreso técnico no siempre se está utilizando para mejorar las condiciones de vida. Así, frecuentemente, nos encontramos consecuencias espontáneas e imprevisibles -de una inadecuada utilización de la tecnología- que llegan a ser peligrosas, contaminantes, destructoras del medio ambiente o nocivas para la salud.

En resumen y por lo que hace referencia a los aspectos negativos por un lado las ciencias humanas aplicadas a la producción pueden ser utilizadas para manipular al hombre, para dominarlo económica y políticamente y por otro en alguna medida, están siendo aplicadas de forma que provocan graves desequilibrios psíquicos, ecológicos y ambientales en el hombre y en su entorno. Sin embargo, es importante observar que tanto en un tipo de riesgo (el potencial) como en el otro (el actual) el riesgo está en el hombre, en la decisión política y por tanto la política, como praxis, debe buscar un eficaz control para que estos riesgos inherentes a la innovación tecnológica sean mínimos (medidas de seguridad en centrales nucleares, control de vertidos de las industrias papeleras, una voluntad política internacional dirigida a conseguir el desarme, etc.).

C) EL PAPEL DE LA POLITICA

Después de analizar los aspectos generales negativos y positivos de la utilización de la tecnología, nos puede surgir la duda de si el progreso técnico como objetivo de la ciencia sirve o no al progreso de la humanidad. Insistimos en que la tecnología "per se" no sólo, no es culpable de los problemas y riesgos descritos, sino que gracias a la transformación mundial en el aspecto técnico, la civilización humana ha obtenido ventajas económicas y sociales importantes. La creciente productividad que acompaña al avance tecnológico, no sólo ha supuesto la reducción de la jornada de trabajo sino que, ha puesto a disposición de la sociedad una mayor oferta de bienes y servicios⁷.

Por otra lado los efectos nocivos de la mala utilización de determinadas tecnologías, podría hacer pensar en la necesidad de tener un control exclusivo y estatificado de la misma o incluso de parar el progreso técnico. Sin embargo, una decisión de éste tipo llevaría al estran-

6. Discurso de Juan Pablo II a los obreros de Génova. Día 2 de Abril de 1979.

7. Así, por ejemplo en Estados Unidos el salario en la industria pasó del 1,6 \$/hora en 1930, a 3 \$/hora en 1980 (en contrastes de 1967).

gulamiento del crecimiento económico, puede aniquilar al hombre del globo terráqueo, volvemos a insistir en que la ciencia y la técnica también han tenido grandes éxitos; ha permitido al hombre edificar sociedades modernas; ha contribuido, gracias a la medicina, a mejorar la salud y alargar la vida; tiene perspectivas en lo que se refiere a la creación de sociedades mejores y a la eliminación de la pobreza⁸.

En cualquier caso el problema es esencialmente político y concierne a la política orientar el progreso técnico para el bienestar de la sociedad. Hasta ahora esta cuestión, ha sido abordada en escasa medida y ni siquiera es un tema de discusión en los Parlamentos⁹. En este sentido la política ha de dirigir la utilización y creación de la tecnología maximizando sus ventajas y minimizando sus efectos nocivos. Se trata, por tanto, de mejorar la condición humana remediando los problemas producidos por el progreso técnico mal orientado, e intentando abrir nuevas vías de desarrollo social más armónico.

Por eso los gobernantes deben prestar atención a la innovación técnica ya que es un medio para asegurar el crecimiento económico autosostenido. Sin embargo se deben estudiar los peligros y las ventajas que puede acarrear las nuevas técnicas porque el éxito de la humanidad "reside en la construcción de nuevas máquinas, es en su funcionamiento donde puede estar nuestro fracaso"¹⁰.

Otro hecho político insoslayable es el de la financiación y control económico de investigación a nivel presupuestario. Parece evidente que mientras se pueda explotar la innovación tecnológica utilizándola de forma irreflexiva o por el contrario para un desarrollo económico o técnico armónico, la ciencia se debe ver forzada a justificar públicamente los fondos que tanto reclama.

Desde esta perspectiva política es preciso considerar que los medios económicos dedicados a la búsqueda de las innovaciones son recursos escasos y por ello sólo pueden ser utilizados de forma alternativa. De ahí la necesidad de justificar, planificar y controlar los fondos públicos destinados a las actividades de Investigación y Desarrollo.

Quizás la época que nos ha tocado vivir exija elegir entre opciones colectivas de las que va a depender el futuro de la humanidad. Será por tanto preciso definir y establecer prioridades de política económica evitando someter al desarrollo tecnológico a puros criterios de

8. Para Arnold Toynbee, por ejemplo, el desarrollo tecnológico es el más sorprendente de todos los cambios revolucionarios de nuestro tiempo ya que a través de la ciencia aplicada a la tecnología se ha podido conseguir aumentos importantes de riquezas materiales. Vid Arnold Toynbee. op. cit.

9. A. KING. *Consell de l'Europe. Troisième Conference Parlementaire et Scientifique*. Lausanne, IV 1972, pág. 3.

10. B. COMMONER. *Science Journal*. Octubre, 1969.

mercado o de beneficio. Un avance tecnológico descontrolado de un plan universal puede amenazar el equilibrio natural del planeta.

Por tanto no se trata de reprimir la innovación, lo que llevaría con toda probabilidad a abrir nuevas trabas que pondrían obstáculos al progreso, sino de ponerla al servicio del desarrollo, de la producción de alimentos, de la paz, y de todos los demás ideales de la humanidad. En este sentido no puede decirse que el progreso haya ido demasiado lejos cuando todavía viven muchos hombres, pueblos enteros en condiciones deprimentes e incluso inhumanas y que pueden ser mejoradas con la ayuda de los conocimientos técnico-científicos.